

DERWENT-ACC-NO: 2005-448487

DERWENT-WEEK: 200546

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Manufacturing method of composite
piezoelectric material used in ultrasonic diagnosing device, involves
forming plastic pattern for metallic mold by
irradiating resin layer with laser beam

INVENTOR: NAKAMAE, K

PATENT-ASSIGNEE: SUMITOMO ELECTRIC IND LTD[SUME]

PRIORITY-DATA: 2003JP-0385602 (November 14, 2003)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES MAIN-IPC		
JP 2005150384 A	June 9, 2005	N/A
011 H01L 041/26		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
JP2005150384A	N/A	2003JP-0385602
November 14, 2003		

INT-CL (IPC): H01L041/187, H01L041/26

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2005150384A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The method involves forming a plastic pattern (12a) by irradiating resin layer (12) formed on an electroconductive substrate (11) with laser beam. A metallic mold (13) is formed by plating a metallic material onto plastic pattern. A plastic pattern (14) is formed by using the metallic mold and a ceramic slurry is filled into the plastic pattern (14), to form a fine

piezoelectric ceramic structure (15).

USE - For manufacturing composite piezoelectric material used in ultrasonic diagnosis, non-destructive testing applications, etc.

ADVANTAGE - The composite piezoelectric material can be manufactured at low cost, since laser is used in metallic mold formation and metallic mold can be repeatedly used.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the sectional views explaining the composite piezoelectric material manufacturing processes.

electroconductive substrate 11

resin layer 12

plastic patterns 12a,14

metallic mold 13

fine piezoelectric ceramic structure 15

resin 16

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/8

TITLE-TERMS: MANUFACTURE METHOD COMPOSITE PIEZOELECTRIC MATERIAL
ULTRASONIC

DIAGNOSE DEVICE FORMING PLASTIC PATTERN METALLIC MOULD
IRRADIATE
RESIN LAYER LASER BEAM

DERWENT-CLASS: A32 A85 L03 S03 U11 V06

CPI-CODES: A11-C04B1; A11-C04E; A12-E13; A12-E15; L03-G09A;

EPI-CODES: S03-E08X; U11-A02; V06-L01A; V06-L02; V06-L06;

ENHANCED-POLYMER-INDEXING:

Polymer Index [1.1]

2004 ; P0000

Polymer Index [1.2]

2004 ; Q9999 Q9392 Q7330 ; Q9999 Q7874 ; ND01 ; K9938 ; N9999
N7227

N7023 ; B9999 B5492 B5403 B5276 ; K9858 K9847 K9790 ; N9999 N7125

N7103 N7034 N7023 ; K9552 K9483 ; B9999 B5425 B5414 B5403 B5276

; Q9999 Q6928 ; K9494 K9483

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C2005-137329

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2005-364797

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-150384

(P2005-150384A)

(43) 公開日 平成17年6月9日 (2005. 6. 9)

(51) Int. Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

H O 1 L 41/28

H O 1 L 41/22 C

H O 1 L 41/187

H O 1 L 41/18 1 O 1 B

H O 1 L 41/18 1 O 1 C

H O 1 L 41/18 1 O 1 D

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2003-385602 (P2003-385602)

(22) 出願日 平成15年11月14日 (2003. 11. 14)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎

(74) 代理人 100085132

弁理士 森田 俊雄

(74) 代理人 100083703

弁理士 仲村 義平

(74) 代理人 100096781

弁理士 堀井 豊

(74) 代理人 100098316

弁理士 野田 久登

(74) 代理人 100109162

弁理士 酒井 将行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合圧電材料の製造方法

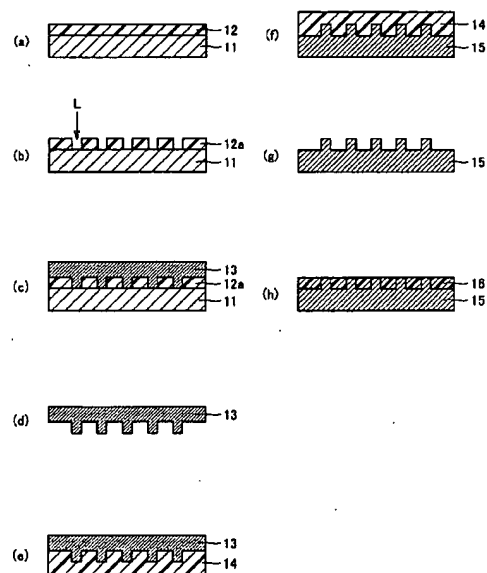
(57) 【要約】

【課題】 製造コストの安い複合圧電材料の製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明は、圧電セラミックスを有する複合圧電材料の製造方法の発明であり、第1の実施の形態は、レーザ光により第1の樹脂型を形成する工程と、第1の樹脂型に金属材料からなる層をメッキして金型を形成する工程と、金型により第2の樹脂型を形成する工程と、第2の樹脂型にセラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体を形成する工程とを備えることを特徴とする。また、本発明の第2の実施の形態は、レーザ光により樹脂型を形成する工程と、樹脂型にセラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体を形成する工程とを備えることを特徴とする。レーザ光は、多段階位相回折型光学部品を用いて照射する態様が好ましい。

【選択図】

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電セラミックスを有する複合圧電材料の製造方法であって、
レーザ光により第 1 の樹脂型を形成する工程と、
前記第 1 の樹脂型に金属材料からなる層をメッキして金型を形成する工程と、
前記金型により第 2 の樹脂型を形成する工程と、
前記第 2 の樹脂型にセラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体を形成する工程
とを備えることを特徴とする複合圧電材料の製造方法。

【請求項 2】

圧電セラミックスを有する複合圧電材料の製造方法であって、
レーザ光により樹脂型を形成する工程と、
前記樹脂型にセラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体を形成する工程
とを備えることを特徴とする複合圧電材料の製造方法。

【請求項 3】

前記レーザ光は、多段階位相回折型光学部品を用いて照射することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の複合圧電材料の製造方法。

【請求項 4】

圧電セラミックスを有する複合圧電材料の製造方法であって、
マイクロドリルにより第 1 の樹脂型を形成する工程と、
前記第 1 の樹脂型に金属材料からなる層をメッキして金型を形成する工程と、
前記金型により第 2 の樹脂型を形成する工程と、
前記第 2 の樹脂型にセラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体を形成する工程
とを備えることを特徴とする複合圧電材料の製造方法。

【請求項 5】

圧電セラミックスを有する複合圧電材料の製造方法であって、
マイクロドリルにより樹脂型を形成する工程と、
前記樹脂型にセラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体を形成する工程
とを備えることを特徴とする複合圧電材料の製造方法。

【請求項 6】

圧電セラミックスを有する複合圧電材料の製造方法であって、
放電加工により金型を形成する工程と、
前記金型により樹脂型を形成する工程と、
前記樹脂型にセラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体を形成する工程
とを備えることを特徴とする複合圧電材料の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断または非破壊検査などに使用される複合圧電材料の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

複合圧電材料は、たとえば、図 7 に示すように、圧電セラミックスからなる微細な柱状体であるロッド 71a が、樹脂 71b 内に埋め込まれた構造を有する。ロッドの大きさは、柱状体を長手方向に垂直な平面で切断するときの断面の最大径（断面が円形の場合には、直径を指す。）は、典型的には $20\mu\text{m} \sim 50\mu\text{m}$ であり、長手方向の長さは、たとえ

ば $40\mu\text{m} \sim 350\mu\text{m}$ である。このようなロッド 71a が、樹脂 71b 内に通常、 $500\text{個}/\text{mm}^2 \sim 700\text{個}/\text{mm}^2$ 配列している。複合圧電材料 71 は、超音波診断装置などの受信用または発振用素子に用いられる。

【0003】

複合圧電材料の製造方法の 1 例を図 8 に示す（特許文献 1 参照）。まず、図 8（a）に示すように、導電性基板 81 に、X 線に感度のあるレジスト 82 を塗布する。つぎに、たとえば、支持膜に窒化シリコンを用い、タングステンを吸収体パターンとするマスク 83 を介して、シンクロトロン放射光（以下、「SR 光」という。）を照射し、リソグラフィを行なう。その後、現像して、図 8（b）に示すようなレジスト構造体 84 を得る。

【0004】

つぎに、図 8（c）に示すように、レジスト構造体 84 にニッケルメッキを施し、その後、レジスト構造体 84 を除去し、金型 85 を得る。つづいて、図 8（d）に示すように、金型 85 を用いて樹脂モールドを行ない、樹脂型 86 を形成する。基板として板状のレジストあるいはアクリル板を用い、その上にレジストを塗布し、SR 光を用いてリソグラフィを行ない、現像し、同様の樹脂型を得ることもできる。

【0005】

つぎに、金型 85 を除き、図 8（e）に示すように、樹脂型 86 にセラミックススラリ 87 を充填し、乾燥させて固化させる。その後、樹脂型 86 を熱により焼き飛ばし、セラミックスのみの構造としてから、焼成し、図 8（f）に示すような微細セラミックス構造体 88 を得、最後に、樹脂 89 を充填すると、図 8（g）に示すような複合圧電材料が得られる。

【0006】

このような金型 85 により樹脂モールドを行なう方法とは別に、レジスト 82 の形成と SR 光によるリソグラフィ（図 8（a））、現像による樹脂型 84 の形成（図 8（b））後、樹脂型 84 にセラミックススラリを充填し、乾燥、固化した後、樹脂型を除去し、焼成し、最後に、樹脂を充填する方法によっても、同様な複合圧電材料を得ることができる。

【特許文献 1】特開平 8-97483 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、SR 光を用いる上述の製造方法は、いずれも SR 光の照射コストが高いため、得られる複合圧電材料の製造コストが高い。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、圧電セラミックスを有する複合圧電材料の製造方法の発明であり、

第 1 の局面は、

レーザー光により第 1 の樹脂型を形成する工程と、

第 1 の樹脂型に金属材料からなる層をメッキして金型を形成する工程と、

金型により第 2 の樹脂型を形成する工程と、

第 2 の樹脂型にセラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体を形成する工程

とを備えることを特徴とする。

【0009】

本発明の第 2 の局面は、

レーザー光により樹脂型を形成する工程と、

樹脂型にセラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体を形成する工程とを備えることを特徴とする。レーザー光は、多段階位相回折型光学部品を用いて照射する態様が好ましい。

【0010】

本発明の第3の局面は、
マイクロドリルにより第1の樹脂型を形成する工程と、
第1の樹脂型に金属材料からなる層をメッキして金型を形成する工程と、
金型により第2の樹脂型を形成する工程と、
第2の樹脂型にセラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体を形成する工程
とを備えることを特徴とする。

【0011】

本発明の第4の局面は、
マイクロドリルにより樹脂型を形成する工程と、
樹脂型にセラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体を形成する工程
とを備えることを特徴とする。

【0012】

本発明の第5の局面は、
放電加工により金型を形成する工程と、
金型により樹脂型を形成する工程と、
樹脂型にセラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体を形成する工程
とを備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、製造コストの安い複合圧電材料を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明の複合圧電材料の製造方法に係る第1の実施の形態は、レーザ光により第1の樹脂型を形成する工程と、第1の樹脂型に金属材料からなる層をメッキして金型を形成する工程と、金型により第2の樹脂型を形成する工程と、第2の樹脂型にセラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体を形成する工程とを備えることを特徴とする。SR光を使用するリソグラフィにより樹脂型を形成すると、SR光の照射コストが高いため、複合圧電材料の製造コストが高くなる。本発明の第1の実施の形態では、SR装置より安価なレーザ装置を使用して樹脂型を形成するため、複合圧電材料の製造コストを低減することができる。また、金型を形成し、金型を繰り返し使用することにより、第2の樹脂型の大量生産が可能のため、レーザのランニングコストを低減することができる。

【0015】

本発明の製造方法の第1の実施の形態を、図1に示す。まず、図1(a)に示すように、導電性基板11の上に樹脂層12を形成する。導電性基板は、銅、ニッケル、ステンレス(SUS)などからなる金属製の基板、または、チタン、クロムなどの金属をスパッタ蒸着したシリコン基板などである。樹脂層を形成する材料は、ポリメタクリル酸メチル(PMMA)などのポリメタクリル酸エステルなどである。樹脂層の厚さは、形成する圧電性の柱状体の高さを考慮して、たとえば10 μ m~500 μ mとする。

【0016】

つぎに、図1(b)に示すように、樹脂層12にレーザ光Lを照射し、第1の樹脂型12aを形成する。導電性基板11と樹脂層12とのアブレーションにおける閾値の相違を利用して、樹脂層12のみを加熱し、蒸散させて、第2の樹脂型12aを形成することができる。たとえば、導電性基板11と樹脂層12のそれぞれの閾値の中間の値にレーザ光を設定し、導電性基板に影響を与えることなく、樹脂層のみを蒸散させることができる。

【0017】

レーザは、炭酸ガスレーザ、YAGレーザまたはエキシマレーザなどを使用することができるが、高出力化が容易であり、小径、高速、高精度の穴開けが可能な点で、炭酸ガスレーザが好適である。レーザ光照射機構の例を図6に示す。図6に示す例では、入射するレーザ光Lは、多段階位相回折型光学部品(Multilevel Phase Diffractive Optical El

ements) (以下、「DOE」という。) 63により複数のビームに分岐され、テレセントリックレンズ64により集光されて、基板61上の樹脂層62に照射される。

【0018】

DOEは、ZnSeなどからなる光学部品であり、表面に μm オーダーの微細な凹凸パターンを有し、入射する光の位相を変えることにより、ビームの分岐、形状の変換、強度の均一化などの機能を発揮する。DOEを使用することにより、基板上の樹脂層の目標とする位置に、同時に多点照射が可能となり、レーザーの加工コストを低減できる。

【0019】

つづいて、図1(c)に示すように、第1の樹脂型12a上に、金属材料からなる層をメッキして金型13を形成する。導電性基板11をめっき電極として容易に金属層を堆積することができる。金属材料は、たとえば、ニッケル、銅、金およびそれらの合金などである。つぎに、ウェットエッチングなどにより基板11を除去し、ウェットエッチングまたはプラズマエッチングにより第1の樹脂型12aを除去し、図1(d)に示すような金型13を得る。金型13には、第1の樹脂型12aの形状が転写されている。

【0020】

つづいて、図1(e)に示すように、金型13を用いて、モールドにより第2の樹脂型14を形成する。たとえば、金型13を用いて、プレスまたは射出成形などを行ない、第2の樹脂型14を形成する。または、シロップ状の樹脂液を注入した後、硬化し、第2の樹脂型14を形成する。これらのモールドは、樹脂型の大量生産が容易である点で、プレスまたは射出成形による態様が好ましい。樹脂には、ポリメタクリル酸メチルなどのアクリル樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリオキシメチレンなどのポリアセタール樹脂などの熱可塑性樹脂、エポキシ、シロップ状アクリルなどの熱硬化性樹脂などを用いる。第2の樹脂型14の形成後、金型13を切り離す。

【0021】

金型13を除去した後、図1(f)に示すように、第2の樹脂型14に、セラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体15を形成する。セラミックスは、圧電セラミックスが好ましい。圧電セラミックスとは、圧電効果を示すセラミックス材料を指す。圧電セラミックスには、たとえば、チタン酸バリウムまたはジルコン酸鉛-チタン酸鉛系固溶体などの灰チタン石型構造の結晶が含まれ、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)およびチタン酸ジルコン酸ランタン鉛(PLZT)などのチタン酸ジルコン酸塩が好ましく用いられる。さらに、圧電セラミックスとして、チタン酸鉛などを用いることもできる。また、圧電セラミックス以外のセラミックスを使用してもよい。セラミックスのスラリー中の含量は、典型的には25体積%~57体積%であり、水などの溶媒の含量は、典型的には40体積%~45体積%である。また、ポリビニルアルコールなどのバインダを3体積%~30体積%配合する態様が好ましい。

【0022】

つぎに、第2の樹脂型14を除去し、焼成すると、図1(g)に示すような微細圧電セラミックス構造体15が得られる。樹脂型の除去は、熱分解により行なうことができるが、溶融した樹脂の高粘度融液により、微細構造体の突起が倒されないようにするために、樹脂を溶融状態にすることなく、気化もしくは昇華させるか、または適当な溶剤に溶解させることにより除去する態様が好ましい。たとえば、酸素プラズマなどのプラズマによりエッチングし、樹脂型を除去することができる。

【0023】

焼成後、微細圧電セラミックス構造体15に樹脂16を含浸し、硬化した後、表面を研磨すると、図1(h)に示すような複合圧電材料が得られる。樹脂材料には、フッ化ビニリデンとトリフルオロエチレンの共重合体、フッ化ビニリデンと三フッ化ビニリデンの共重合体またはフッ化ビニリデン樹脂などの圧電性高分子材料のほか、エポキシ樹脂などを使用することができるが、圧電セラミックスの焼結体と圧電性高分子とを組合せることにより、エポキシ樹脂を含浸させた複合圧電材料より、超音波受信感度がより高いものを得ることができる。

【0024】

本発明の複合圧電材料の製造方法に係る第2の実施の形態は、レーザ光により樹脂型を形成する工程と、樹脂型にセラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体を形成する工程とを備えることを特徴とする。高価なSR光照射装置を使用することなく、レーザ加工により樹脂型を形成するため、安価な複合圧電材料を提供することができる。

【0025】

本発明の製造方法の第2の実施の形態を、図2に示す。まず、図2(a)に示すように、樹脂層にレーザ光Lを照射し、樹脂型24を形成する。樹脂には、ポリメタクリル酸メチルなどのアクリル樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリオキシメチレンなどのポリアセタール樹脂などの熱可塑性樹脂、エポキシなどの熱硬化性樹脂などを用いる。レーザ、レーザ光照射機構およびDOEは、第1の実施の形態と同様である。

10

【0026】

つぎに、図2(b)に示すように、樹脂型24に、セラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体25を形成する。その後、樹脂型24を除去し、焼成すると、図2(c)に示すような微細圧電セラミックス構造体25が得られる。焼成後、微細圧電セラミックス構造体25に樹脂26を含浸し、硬化することにより、図2(d)に示すような複合圧電材料が得られる。セラミックススラリ、樹脂型の除去方法および樹脂材料などは、第1の実施の形態と同様である。

【0027】

本発明の複合圧電材料の製造方法に係る第3の実施の形態は、マイクロドリルにより第1の樹脂型を形成する工程と、第1の樹脂型に金属材料からなる層をメッキして金型を形成する工程と、金型により第2の樹脂型を形成する工程と、第2の樹脂型にセラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体を形成する工程とを備えることを特徴とする。高価なSR光照射装置またはレーザ光照射装置を使用することなく、マイクロドリルにより樹脂型を形成するため、複合圧電材料の製造コストを低減することができる。また、金型を繰り返し使用して、モールドにより第2の樹脂型を大量生産できるから、加工コストを低減することができる。

20

【0028】

本発明の製造方法の第3の実施の形態においては、図3(a)に示すように、導電性基板31上に樹脂層32を形成した後、図3(b)に示すように、マイクロドリル33により樹脂層32に穴を開けて、第1の樹脂型32aを形成する。マイクロドリルとしては、たとえば、刃径10 μ m以上、刃長20 μ m以上のドリル（大和精工製の超硬マイクロドリルSCMMRなど）を使用する。導電性基板および樹脂層については、第1の実施の形態と同様である。また、金型の形成以降の各工程も、第1の実施の形態と同様である。

30

【0029】

本発明の複合圧電材料の製造方法に係る第4の実施の形態は、マイクロドリルにより樹脂型を形成する工程と、樹脂型にセラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体を形成する工程とを備えることを特徴とする。高価なSR光照射装置またはレーザ光照射装置を使用することなく、マイクロドリルにより樹脂型を製作するため、安価な複合圧電材料を提供することができる。

40

【0030】

本発明の製造方法の第4の実施の形態においては、図4に示すように、マイクロドリル43により樹脂層に穴を開けて、樹脂型44を形成する。マイクロドリルについては、第3の実施の形態と同様である。また、樹脂層および樹脂型形成後の各工程は、第2の実施の形態と同様である。

【0031】

本発明の複合圧電材料の製造方法に係る第5の実施の形態は、放電加工により金型を形成する工程と、金型を用いて、モールドにより樹脂型を形成する工程と、樹脂型にセラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体を形成する工程とを備えることを特徴とする。放電加工により金型を形成するため、レーザ加工またはマイクロドリルによる

50

加工に比べて、加工精度が高く、より微細な加工にも適している。また、金型を繰り返し使用して、モールドにより樹脂型を大量生産できるから、加工コストを低減することができる。

【0032】

本発明の製造方法の第5の実施の形態においては、図5に示すように、電極53を用いて、ニッケルなどからなる金属層を放電加工し、金型54を形成する。金型形成後の工程は、第1の実施の形態と同様である。

【0033】

実施例1

本実施例では、まず、図1(a)に示すように、SUS製の導電性基板11の上に、アクリルシロップを塗布し、硬化させて、厚さ300 μ mの樹脂層(アクリル板)12を形成した。つぎに、図1(b)に示すように、樹脂層12に波長355nmのUV-YAGレーザ光Lを照射し、直径40 μ m、深さ300 μ mで、横断面が円形の穴を有する第1の樹脂型12aを形成した。導電性基板11は、スライドステージ上に設置し、レーザ加工が終わる度に、基板をスライドさせ、80 μ mピッチで、40000個(200個 $\times$ 200個)の穴を形成した。

【0034】

つづいて、図1(c)に示すように、第1の樹脂型12a上に、ニッケル層をメッキして金型13を形成した。つぎに、ウェットエッチングにより基板11を除去し、プラズマエッチングにより第1の樹脂型12aを除去し、図1(d)に示すような金型13を得た。金型形成後、図1(e)に示すように、金型13に、アクリルシロップを注入し、硬化して、第2の樹脂型14を形成し、金型13を切り離すと、直径40 μ m、深さ300 μ m、ピッチ80 μ mの穴が形成された第2の樹脂型14が得られた。樹脂型の形成後、図1(f)に示すように、第2の樹脂型14に、PZTスラリを充填した。PZTスラリは、PZTをスラリ中に40体積%配合し、バインダとしてポリビニルアルコールを配合した。

【0035】

つぎに、酸素プラズマにより、第2の樹脂型14を除去し、焼成し、図1(g)に示すような微細圧電セラミックス構造体15を得た。得られた微細圧電セラミックス構造体15にエポキシ樹脂16を含浸し、硬化してから、表面を研磨すると、図1(h)に示すような複合圧電材料が得られた。この複合圧電材料は、直径40 μ m、高さ250 μ mの円柱状の突起を40000個有していた。

【0036】

実施例2

本実施では、まず、図2(a)に示すように、アクリル板に炭酸ガスレーザ光L(波長10.6 μ m)を照射し、直径40 μ m、深さ300 μ mで、断面が円形の穴を40000個(200個 $\times$ 200個)有する樹脂型24を形成した。レーザ光照射機構を図6に示す。入射する炭酸ガスレーザ光Lは、DOE63により分岐され、テレセントリックレンズ64により集光されて、基板61上の樹脂層62に、同時に多点照射した。つづいて、図2(b)に示すように、樹脂型24に、セラミックススラリを充填して微細圧電セラミックス構造体25を形成した。その後、樹脂型24を除去し、焼成すると、図2(c)に示すような微細圧電セラミックス構造体25が得られた。焼成後、微細圧電セラミックス構造体25に樹脂26を含浸し、硬化した後、表面を研磨すると、図2(d)に示すような複合圧電材料が得られた。セラミックススラリ、樹脂型の除去方法および樹脂材料は、実施例1と同様とした。得られた複合圧電材料は、直径40 μ m、高さ250 μ mの円柱状の突起を40000個有していた。

【0037】

実施例3

本実施例では、まず、図3(a)に示すように、SUS製の導電性基板31上にアクリルシロップを塗布し、乾燥して、厚さ300 μ mの樹脂層32を形成した。つぎに、図3

(b) に示すように、刃径 $50\ \mu\text{m}$ 、刃長 $500\ \mu\text{m}$ のマイクロドリル 33 (大和精工製の超硬マイクロドリル SCMMR90005) により樹脂層 32 に穴を開けて、第 1 の樹脂型 32a を形成した。第 1 の樹脂型 32a に開けられた穴は、直径 $50\ \mu\text{m}$ 、深さ $300\ \mu\text{m}$ 、ピッチ $100\ \mu\text{m}$ であり、 40000 個 (200 個 $\times$ 200 個) 形成した。その後の金型形成工程と、第 2 の樹脂型の形成工程と、微細圧電セラミックス構造体の形成工程などの各工程は、実施例 1 と同様にして複合圧電材料を形成した。得られた複合圧電材料は、直径 $50\ \mu\text{m}$ 、高さ $250\ \mu\text{m}$ 、ピッチ $100\ \mu\text{m}$ の円柱状の突起を 40000 個 (200 個 $\times$ 200 個) 有していた。

【0038】

実施例 4

本実施例では、図 4 に示すように、マイクロドリル 43 によりアクリル板に穴を開け、樹脂型 44 を形成した。マイクロドリルの仕様および穴の形状は実施例 3 と同様とした。また、レーザ光の代わりにマイクロドリルを使用して樹脂型を形成した以外は実施例 2 と同様にして複合圧電材料を製造した。得られた複合圧電材料は、直径 $50\ \mu\text{m}$ 、高さ $250\ \mu\text{m}$ 、ピッチ $100\ \mu\text{m}$ の円柱状の突起を 40000 個 (200 個 $\times$ 200 個) 有していた。

【0039】

実施例 5

本実施例では、ニッケル製の板状体に放電加工を行ない、直径 $50\ \mu\text{m}$ 、深さ $300\ \mu\text{m}$ 、ピッチ $100\ \mu\text{m}$ で、横断面が円形の穴を 40000 個 (200 個 $\times$ 200 個) 開けて、図 5 に示すような金型 54 を形成した。形成した金型を用いて、モールドにより樹脂型を形成する工程と、樹脂型にセラミックススラリーを充填して微細圧電セラミックス構造体を形成する工程など、金型形成後の各工程は実施例 1 と同様にして複合圧電材料を製造した。得られた複合圧電材料は、直径 $50\ \mu\text{m}$ 、高さ $250\ \mu\text{m}$ 、ピッチ $100\ \mu\text{m}$ の円柱状の突起を 40000 個 (200 個 $\times$ 200 個) 有していた。

【0040】

今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【産業上の利用可能性】

【0041】

本発明によれば、超音波診断または非破壊検査などに使用される圧電素子を安価に提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0042】

【図 1】 本発明の製造方法の第 1 の実施の形態を示す工程図である。

【図 2】 本発明の製造方法の第 2 の実施の形態を示す工程図である。

【図 3】 本発明の製造方法の第 3 の実施の形態を示す工程図である。

【図 4】 本発明の製造方法の第 4 の実施の形態における樹脂型形成工程を示す図である。

【図 5】 本発明の製造方法の第 5 の実施の形態における金型形成工程を示す図である。

【図 6】 本発明において使用するレーザ光照射機構を示す模式図である。

【図 7】 本発明の複合圧電材料の構造を示す模式図である。

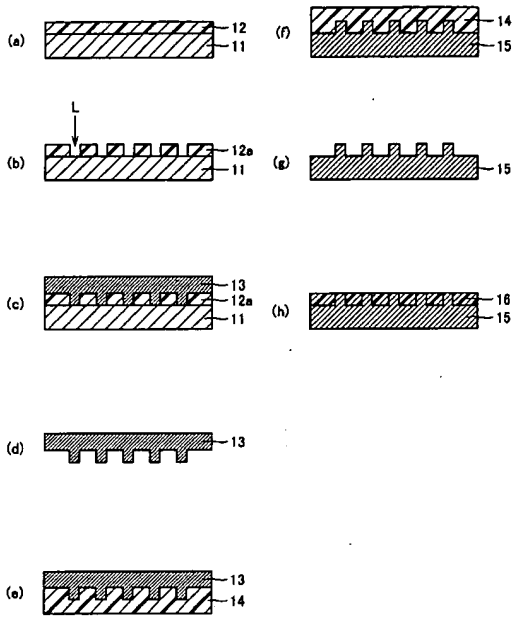
【図 8】 従来の複合圧電材料の製造方法を示す工程図である。

【符号の説明】

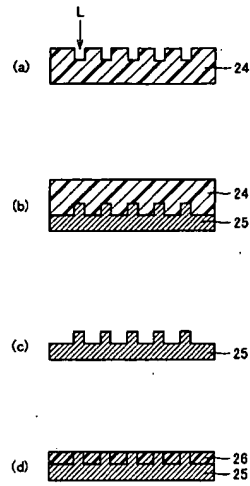
【0043】

11 導電性基板、12 樹脂層、12a 第 1 の樹脂型、13 金型、14 第 2 の樹脂型、15 微細圧電セラミックス構造体、16 樹脂、63 DOE、64 テレセントリックレンズ、L レーザ光。

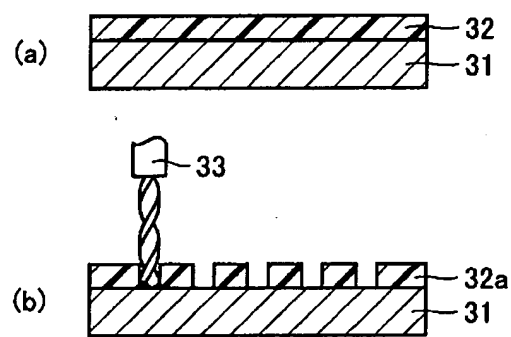
【図 1】



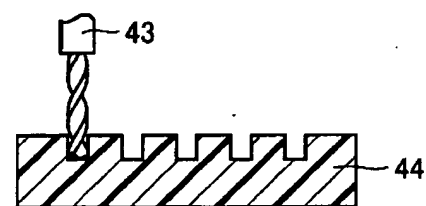
【図 2】



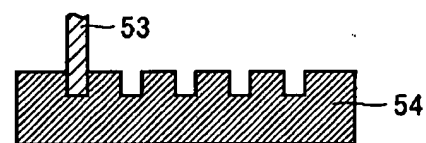
【図 3】



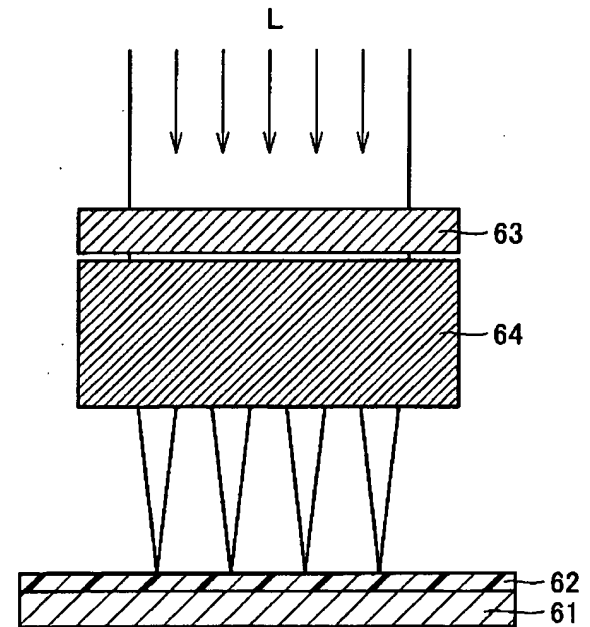
【図 4】



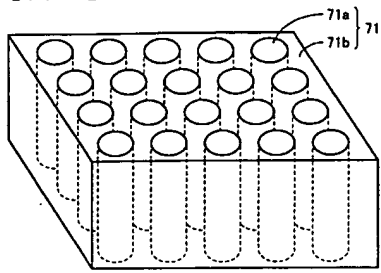
【図 5】



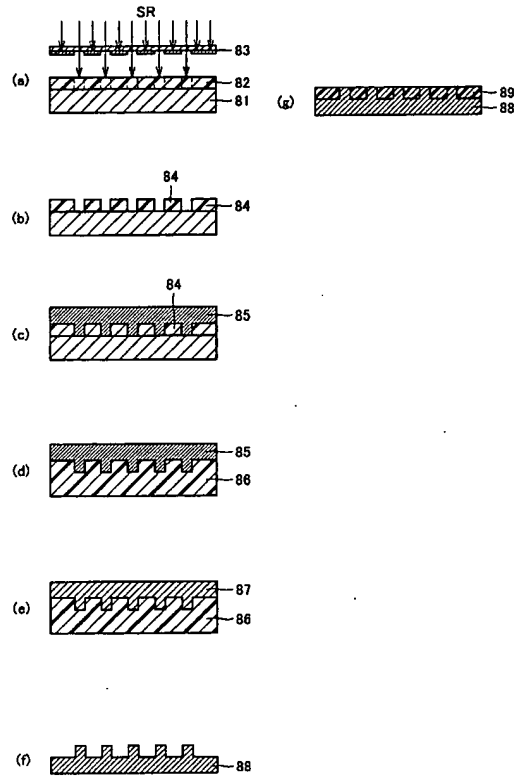
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 仲前 一男

兵庫県赤穂郡上郡町光都3丁目12番1号 住友電気工業株式会社播磨研究所内